

Erscheint zweimal monatlich
Bezugspreis 4 M. vierteljährl.

MK MASCHINEN- KONSTRUKTEUR

Anzeigenpreise nach Tarif
Preis des Einzelheftes 70 Pfg.

ZEITSCHRIFT FÜR BETRIEB u. KONSTRUKTION

BEGRÜNDET 1868 VON W. H. UHLAND • VERLAG J. J. ARND, LEIPZIG C1
62. JAHRG. 1929 15. März NUMMER 6

Inhalt:

Gittermasten mit Parallel-Diagonalen.

Von H. Weidemann, Zwickau-Sa. S. 122

Allgemeiner Berechnungsweg für Gittermasten mit Parallel-Diagonalen;
Zahlenbeispiel; Hinweis auf die Möglichkeit des Ersetzens der zahlen-
mäßigen Auswertung durch die zeichnerische.

Eine neue Sonderschleifmaschine für die Instand- haltung von Schneidseilen und Innenschleifarbeiten für Werkzeug- und Vorrichtungsteile.

Von Otto Lich, berat. Ing., Berlin-Charlottenb. S. 125

Beschreibung der Konstruktion und Arbeitsweise einer der indirekten
Leistungsteigerung dienenden neuartigen Maschine.

Thermodynamik der Rakete.

Von A. B. Scherschewsky und Willy Loy . S. 129

Stellungnahme der bekannten Pioniere auf dem Gebiete des Raketen-
wesens zu dem Artikel von Prof. Oberbaurat Baetz in Nummer 3 des
Maschinen-Konstrukteur.

Konstruktionsregeln, ihre falsche und richtige An- wendung im Vorrichtungsbau. II.

Von Ing. M. Thanscheidt, Düsseldorf S. 131

Gegenüberstellung von falschen und richtigen im Vorrichtungsbau oft
vorkommenden Konstruktionseinzelheiten.

Technik des Auslandes.

Fließarbeitsmaschinen S. 133

Nach einer allgemeinen Betrachtung über Fließarbeit und Fließarbeits-
maschinen werden hauptsächlich amerikanische Maschinen dieser Art
abgehandelt.

Technische Auskunftei S. 140

Patentschau S. 142

Bücherchau S. 143

Bedarf des Auslandes S. 144

In sieben Sprachen

deutsch, englisch, spanisch, französisch, italienisch, portugiesisch, russisch

trägt die „**ÜBERSEE-POST**“, die große deutsche Exportzeitschrift, die
Kenntnis der deutschen Industrie und ihrer Erzeugnisse in die ganze Welt
hinaus. Jeder Importeur im Auslande kennt sie und jeder liest sie. Daher die

große Wirkung der Anzeigen

Probehefte kostenlos vom

Verlag der „Übersee-Post“ J. J. Arnd, Leipzig C1, Salomonstr. 10

ist auf diese Weise auch weit günstiger gestaltet; wird doch diese Bewegung ebenfalls auf ein Viertel herabgemindert. Das Handrad *a* ist mit dem Klinkrad zusammen aufgedrückt. Für die Handverstellung bzw. Zustellung, ist eine Teilscheibe *l* mit Feststellmutter *m* vorgesehen, so daß für Innenschleifarbeiten die Gewähr einer einwandfreien Bedienung gegeben ist. Das Schaltstück *r* legt sich an den einstellbaren Anschlag des Querschiebers. Gleitet der Anschlag von *r* ab, dann schnellt der Schuh des Hebels *q* vor und legt sich zwischen Klinke *o* und Klinkrad, so daß die Klinke auf den Schuh hin- und hergleitet. Die Feder *s* spannt den Auslöschungshebel und läßt ihn bei vorgeschobenem Anschlag zurückführen. Die Transportspindel *e* mit dem durch Mutter *f* befestigtem Zahnrad kann durch eine Auslösung der Mutter außer Wirkung gesetzt werden. Dieses kommt nur dann in Frage, wenn Gewindebohrer hinterschiffen werden, weil alsdann der Querschleitten durch einen Hubkonus gesteuert wird. Der Mutterträger *g* ist unter dem Querschieber in einer Versenkung befestigt, so daß die größte Verschiebung erreicht wird, ohne mit dem Mutterträger anzustoßen.

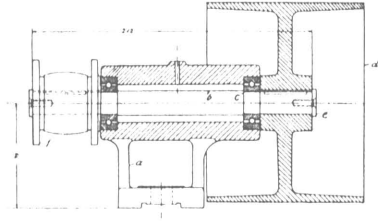


Abb. 11.

Soll die Mutter vom Träger *g* getrennt werden, so wird die Schraube *i* soweit herausgeschraubt, bis der Konus freiliegt. Nun läßt sich der Kreuzschieber in der Querrichtung frei bewegen. Will man die Mutter *h* wieder kuppeln, so ist nur nötig, daß diese mit dem Träger *g* abschließt, da dann der Konus wieder einbezogen werden kann. Unterstützt wird diese Arbeit durch die Gleitfeder *k*, welche eine Verdrehung der Mutter *h* zu *g* verhindert.

Abb. 11 zeigt den Bock mit dem Zwischenvorgelege für den Schleifspindeltrieb. Der Bock *a* ist am Boden ausgespart, um mit dem Maschinenkörper eine einwandfreie Führung zu erhalten, denn das Vorgelege muß auf der Maschine verschoben werden, um die richtige Spannung des Spindelriemens zu erreichen. Durch die Ansatzführung ist auch nur eine Spansschraube nötig. Die Welle *b* ist in Kugellager gebettet, so daß jede Reibung auf ein Mindestmaß herabgesetzt werden kann. Die Kugellager *c* sind üblicher Bauart und werden auch nach den geltenden Bestimmungen eingebaut. Die Scheiben *f* und *d* werden durch Abschlußscheiben auf Welle *b* gesichert¹⁾.

Thermodynamik der Rakete.

Zum Aufsatz von Oberbaurat Konrad Baetz.

Von A. B. Scherschevsky und Willy Ley.

In Anbetracht der enormen Wichtigkeit des Raketenproblems und der Thermodynamik der Rakete hat die Schriftleitung Veranlassung genommen, einige prominente Pioniere auf diesem Gebiet zu bitten, Stellung zu nehmen zu den Ausführungen des Herrn Oberbaurat Prof. Baetz in Nr. 3 dieser Zeitschrift. Nachstehend folgen die Ausführungen der Herren Scherschevsky und Ley:

Beide Verfasser haben zugunsten einer Raumfahrt schon oft Stellung in der Öffentlichkeit genommen, nicht nur in Gelegenheitsartikeln, sondern auch in größeren selbständigen Werken. Trotzdem können sie den teilweise etwas allzu optimistischen Darlegungen nicht ganz folgen.

Die Unanwendbarkeit der Zeunerschen Gleichung und des Entropiegesetzes auch für Gase mit Überschallgeschwindigkeit ist nicht gegeben; man berechnet auch Turbinen, bei denen die Störungsgeschwindigkeiten über die Schallgeschwindigkeit hinausgehen, mit dieser Gleichung, mit dem Ergebnis, daß die Maschinen gut arbeiten. Dabei sind die Strömungen bei diesen Geschwindigkeiten keine stationären Vorgänge, wie etwa Strömungen am Tragflügel unserer normalen Flugzeuge bei kleinen Geschwindigkeiten $v < c$. Die Rechnungen z. B. von Hugoniot, Prandtl u. a. zeigen, daß die Zusammendrückbarkeit bis zu Strömungsgeschwindigkeiten von 250 m/sec keine Rolle spielt.

Theoretisch können bis zur Schallgeschwindigkeit Ausgleichsvorgänge vorhanden sein, wobei die Strömung stationär sein kann, d. h. das Strömungsbild (Feld) ändert sich nicht mit der Zeit. (Dies ist nicht unbedingt notwendig, da man auch bei kleinen Geschwindigkeiten unstationäre Vorgänge kennt, z. B. das Abreißen der Luft vom Tragflügel und bei bestimm-

ten Rohrströmungen sowie hinter Widerstandskörpern. Solche Vorgänge, etwa hinter Strömungskörpern, sind quasi stationär, das ganze Wirbelsystem bewegt sich in stabiler Anordnung nach hinten.)

Untersuchungen, insbesondere von N. G. Tschentzow und N. E. Jukowski, zeigen, daß eine stationäre Strömung bei $v > c$ unmöglich ist. Darauf deutet auch die plötzliche Erhöhung des Widerstandes bei Überschreitung von *c*.

Die Schallgeschwindigkeit in einem beliebigen Medium spielt in den Strömungsvorgängen formal dieselbe Rolle wie die Lichtgeschwindigkeit in der speziellen Relativitätstheorie, daher auch die analogen Gleichungen. Die Bewegung bei Annäherung der Strömungsgeschwindigkeit an die Schallgeschwindigkeit ist derart, daß man in einer unzusammendrückbaren Flüssigkeit dieselben Auftriebe erhält wie bei Luft, wenn die Querausdehnungen (Höhe) des Flügels um den Ausdruck

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} \dots \dots \dots (1)$$

verkürzt wird. Es ist die bekannte Lorentz-Kontraktion der speziellen Relativitätstheorie. Man kann also in Anbetracht dieser fiktiven Verkürzungen alle

¹⁾ Hergestellt worden diese Maschinen von der Werkzeugmaschinen- und Schleifmaschinenfabrik Carl Unger in Hedelfingen bei Stuttgart.

Rechnungen bis zur Schallgeschwindigkeit so machen, als handle es sich um eine inkompressible Flüssigkeit, somit alle Methoden der klassischen Hydrodynamik anwenden. Diese Vorgänge sind stationär und als Ausgleichsvorgänge anzusprechen, und zwar insbesondere, wenn keine thermodynamischen Wirkungen vorhanden sind, wie es bei Wasser als einer praktisch unzusammendrückbaren Flüssigkeit der Fall ist.

Für höhere Geschwindigkeit als c ist die Strömung nicht stationär, d. h. eine Formel kann nur Mittelwerte geben, wie es auch die Zeunersche Formel tut. Allerdings nicht die Geschwindigkeit eines zeitörtlich definierten Punktes.

Wir kommen nun zur Berechnung des Triebmittelmaximums auf Seite 52.

Zur Überwindung des Schwerfeldes der Erde ist es nicht nur notwendig, daß ein Körper die Endgeschwindigkeit $v_\infty = 11,8$ m/sec hat, sondern auch, daß er diese Endgeschwindigkeit nicht in beliebig langer Zeit erhält; sie muß in verhältnismäßig kurzer Zeit erreicht werden, vor allem muß die Raketenbeschleunigung erheblich größer als g an der Oberfläche sein, so daß die Schiffsbeschleunigung

$$b_{\text{sch}} = b_r - g_r > 0 \dots \dots \dots (2)$$

ist. Damit sind wir am Kern der Sache; wird die Schiffsbeschleunigung gleich 0 oder gar negativ, so kann man beliebig große Mengen Betriebsstoff verbrauchen. Bei $b_r = g_r$ also $b_{\text{sch}} = 0$, findet nur ein „Schwerelos-Werden“ statt, das je nach der Masse des Betriebsstoffes, den man zu verbrauchen gedenkt, längere oder kürzere Zeit dauern würde. Es ist also gänzlich falsch, ein Brennstoffmaximum berechnen zu wollen, weil ja ein Maximum nicht vorhanden ist.

Das Schiff muß immer so fahren, daß seine Beschleunigung in der Höhe h , $b_{\text{sch}(h)}$, immer größer ist als die in dieser Höhe herrschende Schwerkraftbeschleunigung g_h . Mathematisch ausgedrückt muß nach Newton

$$b_{\text{sch}(h)} > \frac{g_{r^2}}{(r+h)^2} \dots \dots \dots (3)$$

sein, d. h. die Schiffsbeschleunigung (also auch Beschleunigung des Rückstoßapparates) kann in der Höhe abnehmen, in der Praxis wird man sie aus rein physiologischen Gründen aber etwas wachsen lassen, so daß die Summe aus Schiffsbeschleunigung und Schwerkraftbeschleunigung in bezug auf den Andruck, dem die Reisenden unterliegen, konstant bleibt, wobei sie allerdings eine gewisse Grenze, die man zur Zeit bei drei bis vier g ansetzt, nicht überschreiten dürfte²⁾.

Wir kommen nun zur Schlussfrage, der Ausführbarkeit des Raumfluges, die wir an sich natürlich durchaus nicht bestreiten. Nur läßt sie sich nicht mit den von Oberbaurat Baetz angegebenen Massenverhältnissen ausführen. Das ist der Punkt, den wir eingangs als allzu optimistisch bezeichneten.

$$\text{Die Gleichung } u_2 = u_1 = \sqrt{\frac{2gr}{3,5}} = 6000 \dots \dots (4)$$

ist recht irreführend, da nach der Potentialtheorie die Arbeit, einen Massenpunkt ins Unendliche zu bringen, (gegenüber der Erde kann man das Raumschiff als Punkt annehmen), gleich der Arbeit ist, ihn bei $g_h = g_r = \text{konstant}$ auf eine Höhe $h = r$ zu befördern.

Beim Fall aus der Höhe r hat der Körper eine Geschwindigkeit $v_\infty = \sqrt{2gr} \cdot r \dots \dots \dots (5)$ wobei g_r die Beschleunigung an der Oberfläche der Masse ist. Mit dieser Geschwindigkeit muß auch der Körper nach oben befördert werden, wenn er den Schwerepanzer der Masse (immer vom Luftwiderstand abgesehen) überwinden soll. Wenn wir die Größen für die Erde einsetzen, erhalten wir die bekannte Geschwindigkeit von 11 180 m/sec. Die dazu nötige Arbeit ist auch eine ganz bestimmte (6378 000 mkg) und läßt sich durch keinen Kunstgriff umgehen.

Die volle Arbeit ist nämlich:

$$A = \int_{h=0}^{h=\infty} m \cdot g_h \cdot dh = m \int_{h=0}^{h=\infty} g_r \cdot dh$$

d. h. nach Einsetzen des Ausdrucks für g

$$A = m \int_{h=0}^{h=\infty} g_r \cdot r^2 (r+h)^{-2} dh = mgh.$$

Das ist ein grundlegendes und nicht zu umgehendes Gesetz der Potentialtheorie. Dabei verweisen wir noch darauf, daß die von vielen ausgesprochenen Gedanken, daß man bei einer zirkulären Geschwindigkeit um die

Erde $v_z = r \sqrt{\frac{gr}{(r+h)}}$, bei welcher die Zentrifugalbeschleunigung gleich der in dieser Höhe herrschenden Schwerkraftbeschleunigung ist, nur einen kleinen Zusatz zur Geschwindigkeit gebraucht, um zum Wegflug von der Erde zu gelangen, irrig ist. Ein mechanisches Gesetz läßt sich eben nicht durch mechanische Mittel umgehen.

Als die günstigsten Massenverhältnisse sind demnach leider nicht die von Oberbaurat Baetz angegeben, sondern die von Professor Oberth anzusehen.

Zum Schluß sei noch ganz kurz die in Buchform erschienene wissenschaftliche und populär-wissenschaftliche Raumfahrtliteratur zusammengestellt.

- I. Hermann Oberth: Die Rakete zu den Planetenräumen. 3. Aufl. München 1929. (Erscheint demnächst.)
- II. Robert Hutchins Goddard: A method of reaching extreme altitudes. Smithsonian Institution, Washington 1919.
- III. Walter Hohmann: Die Erreichbarkeit der Himmelskörper. München 1925.
- IV. Robert Esnault-Pelterie: L'exploration par Fusées de la très haute Atmosphère et la Possibilité des Voyages Interplanétaires. Paris 1928.
- V. Luigi Galati: Si puo già tentare un viaggio dalla terra alla luna. Milano 1926.
- VI. Willy Ley: Die Möglichkeit der Weltumfahrt. Mit Beiträgen von Prof. Hermann Oberth, Dr. Ing. W. H. G. Dr.-Ing. W. Hohmann, Dr. Karl Debus, Ing. Guido von Plüquet und Ing. Fr. W. Sander. Leipzig 1928.
- VII. Willy Ley: Die Fahrt ins Weltall. Leipzig 1929. (Populär.)
- VIII. Hermann Neuling: Das Problem der Befahrung des Welttraums. Berlin 1929.
- IX. Alexander Boris Scherschewsky: Die Rakete für Fahrt und Flug. Berlin-Charlottenburg 1929.
- X. Max Valer: Raketenfahrt. München 1928.
- XI. Otto Will Gall: Mit Raketenkraft ins Weltall. Stuttgart 1928. (Populär.)
- XII. Nikolai A. Rynin: Planetenverkehr (Межпланетные Сообщения.) Auf 12 Bänden berechnetes Sammelwerk über alle Raumfahrt- und Raketenfragen. Bisher drei Bände erschienen: 1. Märchen, Legenden und Phantasien. 2. Phantasien der Romanschriftsteller. 3. Raketen. Leningrad 1928/29.
- XIII. Konstantin E. Ziolkovsky: a) Eine Rakete in den kosmischen Raum. (Ракета в космическом пространстве.) Mit einem Vorwort in deutscher Sprache von Alexander L. Tschibjewsky. Kalgua 1924. Neubearbeitung von 1903.
b) Erforschung der Weltenergie mittels Reaktionsraumschiffen. (Исследование мировых просторов Реактивными ракетами.) Kalgua 1926. Neubearbeitung der gleichbetitellten Veröffentlichungen von 1911–1913 in den „Mitteilungen über Luftschiffahrt“ (Вестник Воздухоплавания). Der dritte Teil dieser Ausführungen (die Propulsionsfrage) erschienen erstmalig 1913/14 als Buch zu Leningrad, damals noch St. Petersburg. Bibliographie der Ziolkowskys Arbeiten von einiger Hand des Verfassers mit Photographie erschien in Kalgua 1927 unter dem Titel: Изданные труды К. Э. Циолковского.

¹⁾ Hier bedeuten: g Erdschwerkraftbeschleunigung an der Erdoberfläche, r Erdradius und h Hubhöhe.
²⁾ Nach Versuchen der D. V. L. kann 3,5 g noch getragen werden.